

werden kann. Die Festigkeit des Bleches ist mit  $K_z = 3600 \text{ kg/cm}^2$  angenommen, ferner Handnietung vorausgesetzt und die berechnete Blechstärke auf Zehntelmillimeter genau angegeben, um die Unterschiede deutlicher zu machen.

### 5. Auf Zug beanspruchte Niete.

Auf Zug beanspruchte Niete, wie sie an Domen, Stützen usw. vorkommen, sollen nur gering, mit höchstens 150 bis 200  $\text{kg/cm}^2$ , belastet werden. Das ist, wie schon oben erörtert, darin begründet, daß sich die Beanspruchung des Schaftes aus den Spannungen, die beim Einziehen und Verstemmen entstehen und aus der Zugbeanspruchung durch die Belastung zusammensetzt. Da die Niete schon durch die ersteren bis nahe an die Fließgrenze in Anspruch genommen sind, können große zusätzliche Beanspruchungen leicht bleibende Verlängerungen der Nietschäfte und Undichtwerden der Naht hervorrufen.

### 6. Die Teile einfacher Kessel.

Im Anschluß an die Berechnung der Vernietungen seien die wichtigeren Teile, aus denen sich Kessel einfacher Gestalt zusammensetzen, kurz besprochen. Wegen der Einzelheiten über Flamm- und Siederohre, Rohrplatten, Platten ungewöhnlicher Form usw. muß auf das einschlägige Schrifttum verwiesen werden [VI, 18].

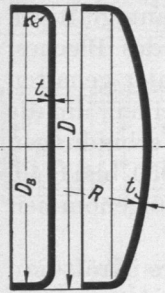


Abb. 476 u. 477. Ebener und gewölbter voller Kesselboden.

#### a) Kesselböden und ihre Berechnung.

Die Endflächen der Kessel werden je nach den Umständen durch ebene Bleche, gekrempte flache oder gewölbte Böden gebildet, deren Hauptformen die Abb. 476 bis 481 zeigen und deren normale Abmessungen Zusammenstellung 77 angibt. Ebene Böden sind ungünstiger beansprucht als die nach einer Kugelfläche gewölbten, bieten aber den Vorteil, daß sie sich besser bohren lassen und daß die Wasser- oder Feuerrohre die gleiche Länge bekommen und leichter eingezogen werden können.

Zusammenstellung 77. Normalböden (Schulz-Knaudt, Essen).

1. Volle Böden, für einreihige Rundnaht (Abb. 476 und 477).  
(Werden auf Bestellung auch mit eingepreßten Mannlöchern versehen.)

D	h <sup>1)</sup>	H <sub>fl.</sub> <sup>1)</sup>	H <sub>gew.</sub> <sup>1)</sup>	R	t <sup>2)</sup>	D	h <sup>1)</sup>	H <sub>fl.</sub> <sup>1)</sup>	H <sub>gew.</sub> <sup>1)</sup>	R	t <sup>2)</sup>
300	65	90	110	400	6—16	1450	80	125	240	1700	8—26
350	65	90	115	500	6—16	1500	80	125	270	1800	9—26
400	65	90	120	550	6—16	1550	80	125	270	1800	9—26
450	65	95	125	600	6—16	1600	80	125	270	2000	10—26
500	65	95	135	650	6—16	1650	80	125	275	2000	10—26
550	65	105	135	700	6—16	1700	80	125	275	2200	10—26
600	65	105	160	750	6—16	1750	80	130	275	2200	11—26
650	65	105	175	800	6—26	1800	80	130	275	2400	11—26
700	65	105	175	850	6—26	1850	85	130	275	2400	12—26
750	65	105	175	900	6—26	1900	85	130	290	2600	12—26
800	70	110	185	950	6—26	1950	85	130	300	2600	13—26
850	70	110	185	1000	6—26	2000	90	130	300	2800	13—26
900	70	110	200	1100	6—26	2100	90	130	300	3300	13—26
950	70	110	200	1200	6—26	2200	90	130	300	3300	14—26
1000	70	110	200	1300	6—26	2300	90	130	315	3300	15—26
1050	70	110	205	1400	6—26	2400	90	130	330	3300	15—26
1100	70	115	215	1400	6—26	2500	90	130	350	3300	15—26
1150	70	115	215	1450	6—26	2600	90	130	370	3300	15—26
1200	75	115	230	1500	6—26	2700	90	130	380	3500	15—26
1250	75	115	230	1600	7—26	2800	90	130	400	3500	15—26
1300	75	115	230	1600	7—26	2900	90	130	420	3500	15—26
1350	75	120	235	1700	8—26	3000	90	130	445	3500	15—26
1400	75	120	235	1700	8—26						

<sup>1)</sup> h ist die Höhe des zylindrischen Teils der Krempe, H<sub>fl.</sub> die lichte Höhe des flachen, H<sub>gew.</sub> die lichte Scheitelhöhe des gewölbten Bodens. Für Blechstärken unter 9 mm sind h, H<sub>fl.</sub>, H<sub>gew.</sub> um 25 mm kleiner.

<sup>2)</sup> Die angegebenen Werte sind normale Blechstärken, für die der Grundpreis für Böden gilt.

2. Böden für Einflammrohrkessel mit einreihiger Rundnaht (Abb. 478 und 479).

$D$	$H$	$H_1$	$a$	$h$	$h_1$	$R$	$t$
1300	230	340	45	70	75	1600	15 — 20
1350	235	340	45	70	75	1700	15 — 20
1400	235	340	45	70	75	1700	15 — 20
1450	235	350	45	70	75	1700	15 — 20
1500	270	365	50	70	80	1800	16 — 23
1550	270	375	55	70	80	1800	16 — 23
1600	270	390	65	70	80	2000	17 — 23
1650	275	390	65	75	80	2000	17 — 23
1700	275	400	65	75	80	2200	17 — 24
1750	275	400	65	75	80	2200	17 — 24
1800	275	400	70	75	80	2400	18 — 25
1850	275	405	70	75	85	2400	18 — 25
1900	290	410	75	75	85	2600	18 — 25
1950	300	410	75	75	85	2600	18 — 25
2000	300	410	75	80	90	2800	18 — 25
2100	310	410	75	80	90	3000	18 — 25
2200	325	410	75	80	90	3000	18 — 25
2300	345	420	75	80	90	3000	18 — 25
2400	365	425	75	80	90	3000	18 — 25
2500	385	430	75	80	90	3000	18 — 25

Die Maße  $b$ ,  $c$  und  $d$  werden nach Angabe ausgeführt.

3. Böden für Zweiflammrohrkessel mit einreihiger Rundnaht (Abb. 480 und 481).

$D$	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
$d$	650	725	750	775	825	875	925	975
	625	700	725	750	800	850	900	950
	600	675	700	725	775	825	875	925
	575	650	675	700	750	800	850	900
	600	650	650	675	725	775	825	875
$H$	295	330	320	335	355	375	395	400
$H_1$	445	465	455	470	490	515	535	545
$H'$	285	310	295	305	320	340	355	360
$h$	75	75	75	75	75	80	80	80
$h_1$	90	90	90	90	90	90	90	90
$a$	60	65	65	65	60	55	55	55
$b$	110	115	130	140	150	160	160	160
$c$	825	875	925	970	1040	1085	1140	1180
$e$	220	230	260	260	350	390	425	470
$f$	600	650	700	700	750	810	810	925
$R$	2400	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000
$t$	20 — 22	20 — 22	20 — 25	20 — 25	20 — 25	20 — 25	20 — 25	22 — 25
$w$	450	450	450	450	450	450	450	450

Für zweireihige Rundnaht werden  $H$   $H_1$   $H'$   $h_1$  und  $a$  um 35 mm größer.

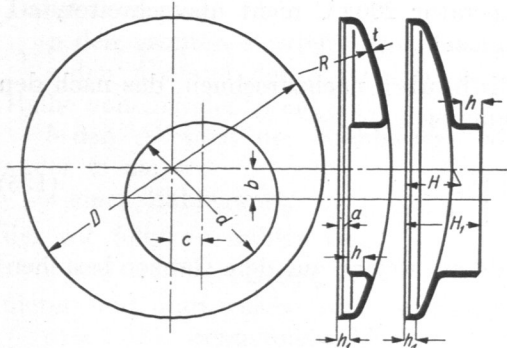


Abb. 478 und 479. Gewölbte Böden mit Ein- und Aushalsung für Einflammrohrkessel.

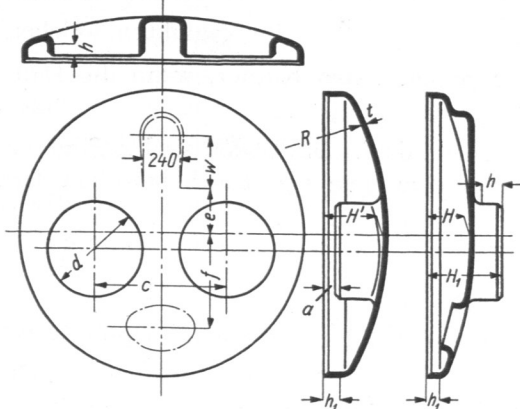


Abb. 480 und 481. Gewölbte Böden mit Ein- und Aushalsungen für Zweiflammrohrkessel.

## 4. Domböden mit Mannloch (Abb. 529).

Durchmesser . . . .	500	600	650	700	750	800	850	900	950
Wölbungshalbmesser .	650	750	800	850	900	950	1000	1100	1200

Der gewölbte, volle Boden, Abb. 477, von innen durch den Überdruck  $p$  beansprucht, darf näherungsweise als Teil einer Kugel mit dem Halbmesser  $R$  betrachtet werden und, solange seine Wandstärke  $t$  gegenüber  $R$  klein ist, nach der Näherungsformel

$$t = \frac{p \cdot R}{2 k_z} \quad (123)$$

berechnet werden. Vgl. (51).

Die Spannung in einer undurchbrochenen Kugelfläche ist überall gleich groß. Bei Kesselböden treten aber an der Krepfung Nebenbeanspruchungen auf Biegung und Schub auf, die sich rechnerisch schwierig verfolgen lassen, jedenfalls aber mit zunehmender Schärfe des Übergangs rasch wachsen und die Wahl eines mäßigen Wertes für  $k_z$  begründen. Nach den polizeilichen Bestimmungen [VI, 3, 4] sind für  $k_z$  unter der Voraussetzung, daß der Krepfungshalbmesser ausreichend groß gewählt wird,

an weichem Schweißstahl bis zu 500 kg/cm<sup>2</sup>,

an weichem Flußstahl bis zu 650 kg/cm<sup>2</sup>

an Kupfer, wenn die Dampftemperatur 200° C nicht überschreitet, bis zu 400 kg/cm<sup>2</sup> zulässig. Auch für gewölbte Flammrohrböden nach Abb. 478 bis 481 (ein- und zweihalsig) darf dieselbe Formel mit  $k_z$  bis zu 750 kg/cm<sup>2</sup> im Falle weichen Flußstahls benutzt werden, unter der Voraussetzung ausreichend großer Krepfungshalbmesser der Böden und genügend großen Abstandes der Flammrohre von den Krepfen, sowie der Verwendung von Flammrohren, die in Richtung ihrer Achse elastisch genug sind, so daß die Böden durch dieselben keine erheblichen Zusatzspannungen erfahren.

Des bequemen Nietens und Verstemmens wegen werden häufig gewölbte Böden nach Abb. 467 rechts so angeordnet, daß sie äußerem Überdruck ausgesetzt sind. So kann an dem Windkessel Abb. 531, der zu eng ist, um durch ein Mannloch hindurch befahren zu werden, nur an einem Ende ein nach außen gewölbter Boden benutzt werden, während am andern ein nach innen gewölbter verwendet werden muß, damit sich die Niete auf seinem Umfange einziehen lassen. Die Wandstärke derartiger Böden ist unter der Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung nach der ähnlich wie Gleichung (123) abgeleiteten Formel

$$t = \frac{p \cdot R}{2 \cdot k} \quad (124)$$

zu berechnen, wobei die Beanspruchung auf Druck  $k$

für geglühten weichen Flußstahl bis 650 kg/cm<sup>2</sup>,

für gehämmertes Kupfer, wenn die Dampftemperatur 200° C nicht überschreitet, bis 400 kg/cm<sup>2</sup>

betragen darf. Die Böden sind außerdem auf Einbeulen nachzurechnen, das nach den Untersuchungen von Bach bei einer Druckspannung

$$k_0 = A - B \sqrt{\frac{R}{t}} \quad (125)$$

eintritt, wobei

„für kugelförmige, stark gehämmerte Kupferböden, welche aus dem Ganzen bestehen,

$$A = 2550, \quad B = 120,$$

für geglühte Flußeisenböden, welche aus dem Ganzen bestehen,

$$A = 2600, \quad B = 115,$$



für Flußeisenböden, welche aus einzelnen Teilen mit Überlappungsnetzung hergestellt sind,

$$A = 2450, \quad B = 115$$

zu setzen ist“.

$k_0$  soll  $\frac{k}{0,4}$  nicht überschreiten, mit anderen Worten, es muß eine mindestens 2,5fache Sicherheit gegen Einbeulen vorhanden sein.

Die Berechnung der Nietungen in kugeligen Böden oder Wänden bietet keine Schwierigkeiten, wenn man auf die Belastung auf einen Zentimeter Nietnahtlänge zurückgeht. Sie ergibt sich aus Abb. 482, wenn  $P$  den gesamten Druck auf die Halbkugelfläche,  $U$  den Umfang der Kugel bedeutet, zu

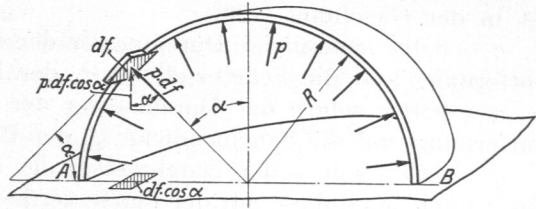


Abb. 482. Zur Berechnung kugeliger Wandungen.

$$P_{1 \text{ cm}} = \frac{P}{U} = \frac{\pi R^2 \cdot p}{2 \pi R} = \frac{R \cdot p}{2}. \quad (126)$$

b) Ebene Wandungen.

In ihnen treten durch die Belastung Biegespannungen auf. Je nachdem, ob die Platten am Umfange eingespannt sind oder frei aufliegen, stellt sich die größte Inanspruchnahme am Rande oder in der Mitte ein. In den meisten Fällen liegt aber die Art der Beanspruchung zwischen den genannten beiden Grenzfällen, vgl. [VI, 13]. Verlangt die Rechnung nach den unten angeführten Formeln eine zu große Wandstärke, so läßt sich diese durch Verankerungen, Stehbolzen, Eckversteifungen, aufgenietete Verstärkungsplatten usw. verringern. Die polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Kesseln schreiben für die Berechnung folgendes vor:

„1. Für gekrempte, ebene Böden ohne Anker, Abb. 476, gilt

$$t = \frac{1}{98} \left[ D_B - r \left( 1 + \frac{2r}{D_B} \right) \right] \sqrt{p}, \quad (127)$$

wenn  $t$  die Blechdicke in cm,

$p$  den größten Betriebsüberdruck in at,

$r$  den Wölbungshalbmesser der Krempe in cm,

$D_B$  den inneren Durchmesser der Krempe in cm

bedeuten.

2. Sind in einer flußeisernen Wand die Anker regelmäßig, wie in Abb. 483, verteilt, so ist die Blechstärke  $t$  in cm zu nehmen:

$$t = c \sqrt{p(a^2 + b^2)}. \quad (128)$$

Dabei bezeichnet

$p$  den größten Betriebsüberdruck in at,

$a$  den Abstand der Stehbolzen oder Anker innerhalb einer Reihe voneinander in cm,

$b$  den Abstand der Stehbolzen- oder Ankerreihen voneinander in cm,

$c$  einen Zahlenwert,

der wie folgt zu wählen ist:

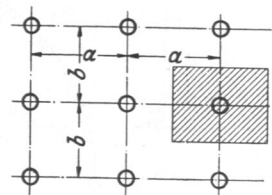


Abb. 483.

$c = 0,017$  bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und vernietet sind, und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0,015$ , wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0,0155$  bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und außen

mit Muttern oder gedrehten Köpfen versehen sind, und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0,0135$ , wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0,014$  bei Platten, welche durch Ankerröhren versteift sind.

3. Bei Platten, deren Anker mit Muttern und Verstärkungsscheiben versehen sind, ist in der Gleichung (128)

$c = 0,013$ , sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe  $\frac{2}{5}$  der Ankerentfernung und die Scheibendicke  $\frac{2}{3}$  der Plattendicke,

$c = 0,012$ , sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe  $\frac{3}{5}$  der Ankerentfernung und die Scheibendicke  $\frac{5}{6}$  der Plattendicke,

$c = 0,011$ , sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe  $\frac{4}{5}$  der Ankerentfernung, auch diese mit der Platte vernietet und die Scheibendicke gleich der Plattendicke ist, vgl. (Abb. 516.)

und die Platten nicht vom Feuer berührt sind. Werden sie dagegen auf der einen Seite von den Heizgasen, auf der anderen vom Dampf gespült, dann sind sie, falls sie nicht durch Flammenbleche geschützt werden, um  $\frac{1}{10}$  stärker zu nehmen, als die Rechnung ergibt.

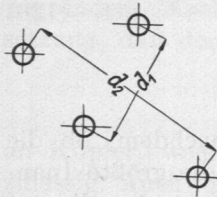


Abb. 484.

4. Bei unregelmäßig verteilten Verankerungen wie in Abb. 484 ist

$$t = c \cdot \frac{1}{2} (d_1 + d_2) \sqrt{p}. \quad (129)$$

Der Wert von  $c$  ist je nach der Art der Verankerung aus Ziffer 1 oder 2 zu entnehmen.

5. Für Verstärkungen nicht dem ersten Feuer ausgesetzter ebener Platten durch Doppelungsplatten können  $12,5\%$  von den für die ebenen Platten sich ergebenden Blechdicken in Abzug gebracht werden, wenn die Dicke der Doppelungsplatten mindestens  $\frac{2}{3}$  der berechneten Blechdicke beträgt und die Doppelungen gut mit den Platten vernietet sind.

6. Rechteckige Platten, die am Umfang befestigt sind, erhalten die Wanddicke

$$t = 0,053 b \sqrt{\frac{p}{k_z \left[ 1 + \left( \frac{b}{a} \right)^2 \right]}} \quad (130)$$

wobei bedeuten:

$a$  die größere Rechteckseite in cm,

$b$  die kleinere Rechteckseite in cm,

$p$  den größten Betriebsüberdruck in at,

$k_z$  die zulässige Zugbeanspruchung des Werkstoffs in  $\text{kg/cm}^2$ , für welche bis  $\frac{1}{4}$  der rechnermäßigen Zugfestigkeit eingeführt werden kann.

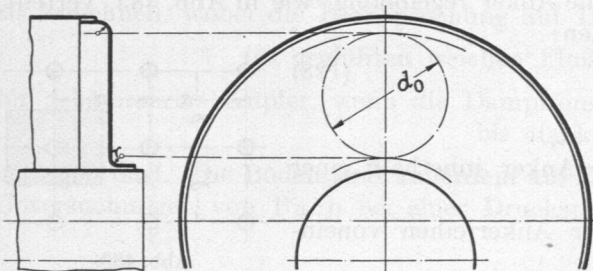


Abb. 485. Zur Berechnung ebener Kesselwandungen.

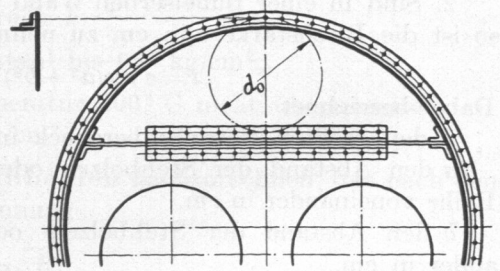


Abb. 486. Versteifung einer ebenen Kesselwand durch ein Querblech.

7. Bei Platten, die nicht durch Stehbolzen oder Längsanker, sondern durch Eckanker oder in anderer Weise ausreichend unterstützt werden, ist die Wanddicke nach

$$t = 0,017 d_0 \sqrt{p} \quad (131)$$

zu bemessen, sofern nicht nachgewiesen wird, daß eine geringere Wanddicke zulässig ist.

Hierin bedeutet:

$p$  den größten Betriebsüberdruck in at,

$d_0$  den Durchmesser des größten Kreises in cm, der auf der ebenen Platte nach Maßgabe der Abb. 485 bis 487 durch die Befestigungsstellen gehend, beschrieben werden kann.

Werden keine Angaben über das Maß des Krempungshalbmessers der Stirnplatten gemacht, so ist es zu 50 mm anzunehmen.

8. Vorstehende Ausführungen gelten nur für flußeiserne Wandungen.

Durch Stehbolzen oder Anker unterstützte Kupferplatten erhalten die folgenden Wanddicken, und zwar bei regelmäßig verteilten Verankerungen, wie in Abb. 483:

$$t = 5,83 c \sqrt{\frac{p}{K_z} (a^2 + b^2)}, \quad (132)$$

bei unregelmäßig verteilten Verankerungen, wie in Abb. 484,

$$t = 5,83 c \frac{1}{2} (d_1 + d_2) \sqrt{\frac{p}{K_z}}. \quad (133)$$

Der Wert von  $K_z$  kann, wenn größere Festigkeit nicht nachgewiesen wird, bei Temperaturen bis 120° C zu 2200 kg/cm<sup>2</sup> angenommen werden. Im Falle höherer Temperatur ist die Zugfestigkeit für je 20° C um 100 kg/cm<sup>2</sup> niedriger zu wählen.  $c$  ist je nach der Art der Verankerung aus Ziffer 1 oder 2 zu entnehmen.“

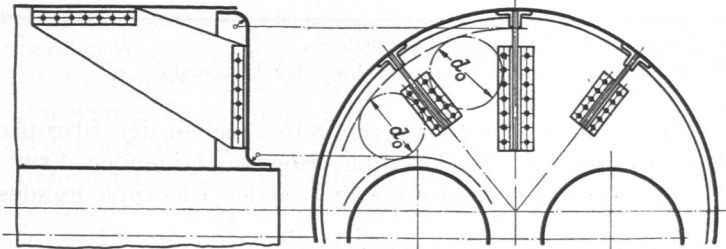


Abb. 487. Versteifung einer ebenen Kesselwand durch Eckanker.

Versteifungen werden größerer Sicherheit wegen, unter Vernachlässigung der Tragfähigkeit der Wandungen, so berechnet, daß sie die Belastung der zugehörigen Flächen allein aufnehmen können; z. B. ist diejenige eines Ankers oder Stehbolzens der Abb. 483 durch den Druck auf die gestrichelte Fläche  $a \cdot b \cdot p$  oder die Belastung der Deckenträger  $A$ ,

Abb. 488, durch die Kräfte  $P_1 = \left(\frac{c}{2} + c_1\right) \cdot d \cdot p$  und  $P_2 = c \cdot d \cdot p$  kg gegeben. Die erwähnten

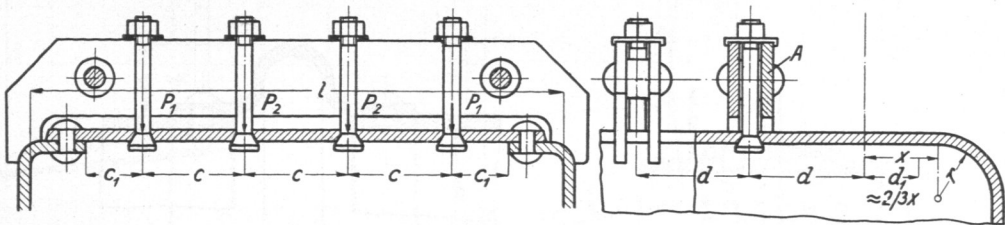


Abb. 488. Versteifung einer ebenen Wand durch Deckenträger.

Stehbolzen, Anker und Schrauben sind auf Zug, die Deckenanker auf Biegung zu berechnen — die letzteren als Balken von der Stützlänge  $l$ , belastet durch die Einzelkräfte in den Schrauben. Die Beanspruchung soll nach den Bestimmungen über die Anlegung von Kesseln

- „bei geschweißten Anker und Stehbolzen aus Schweißeisen . . . . . 350 kg/cm<sup>2</sup>,
  - bei ungeschweißten Anker und Stehbolzen aus Schweißeisen . . . . . 500 kg/cm<sup>2</sup>,
  - bei ungeschweißten Anker und Stehbolzen aus Flußeisen . . . . . 600 kg/cm<sup>2</sup>,
  - bei Anker und Stehbolzen aus Kupfer für Dampftemperaturen bis 200° C 400 kg/cm<sup>2</sup>
- nicht überschreiten“.



Die Biegebeanspruchung  $k_b$  im Deckenträger darf zu  $900 \text{ kg/cm}^2$  oder falls die Zugfestigkeit  $K_z$  des Werkstoffs festgestellt ist, zu  $\frac{K_z}{4}$  genommen werden.

c) Flammrohre.

Innen von der Flamme oder den Heizgasen bestrichene Flammrohre, Abb. 513, sind, als einfache, zylindrische oder kegelige Rohre ausgebildet, dem Einknicken oder Einbeulen durch den von außen her wirkenden Druck ausgesetzt. Zur Berechnung der Blechstärke  $t$  in cm dient die von Bach angegebene Formel

$$t = \frac{p \cdot d_i}{2400} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{a \cdot l}{p \cdot l + d_i}} \right) + 0,2 \text{ cm}, \tag{134}$$

wobei neben den auf Seite 285 aufgeführten Bezeichnungen  $t$  und  $p$  bedeuten:

$d_i$  den inneren Durchmesser des zylindrischen oder den mittleren inneren Durchmesser des kegelligen Flammrohres in cm,

$l$  die Länge des Rohres in cm oder, falls wirksame Versteifungen angebracht sind, deren größte Entfernung voneinander;

$a$  einen Zahlenwert, der wie folgt gewählt werden darf:

	Bei liegenden Flammrohren	Bei stehenden Flammrohren
Für Rohre mit überlappter Längsnaht . . . . .	$a = 100$	$a = 70$
für Rohre mit gelaschter oder geschweißter Längsnaht . . . . .	$a = 80$	$a = 50$

Als wirksame Versteifungen gelten neben den Stirnplatten und Rohrwänden die in Abb. 489 bis 493 dargestellten, ringsum laufenden Erweiterungen und Verstärkungen der Rohrwandung, wenn sie in radialer Richtung mindestens 50 mm ausladen.

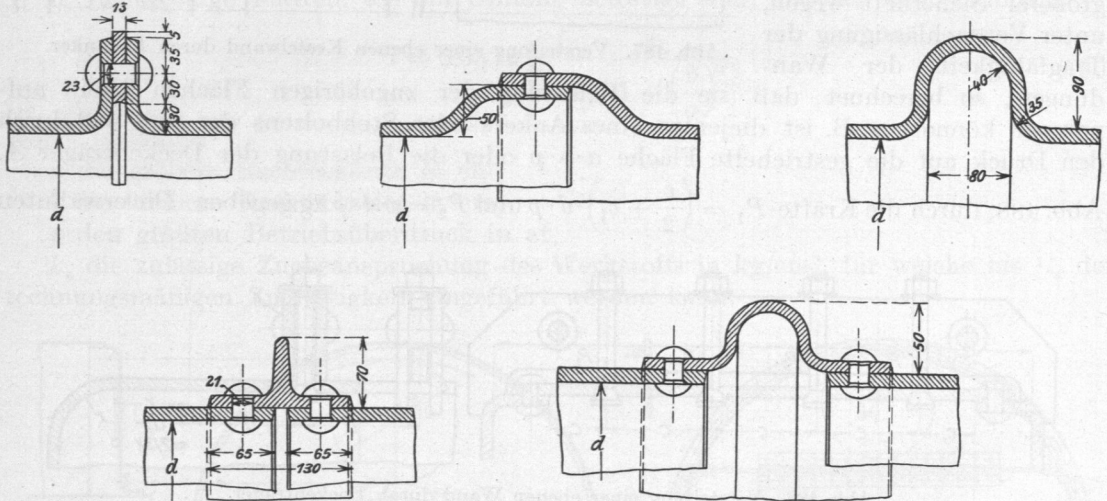


Abb. 489 bis 493. Versteifungen von Rohrwandungen.

Zylindrische oder kegelige Flammrohre können durch ihre geringe Längselastizität beträchtliche Kräfte auf die Kesselböden ausüben, wenn sich Temperaturunterschiede zwischen ihnen und der Kesselwandung ausbilden, wie beim Durchströmen von heißen Feuergasen zu erwarten steht. Besonders leicht werden die Nähte an den Ein- und Aushalsungen der Böden undicht.

Viel elastischer und gleichzeitig wirksamer versteift sind Wellrohre nach Abb. 494 und 495. Die größere Versteifung wird dadurch berücksichtigt, daß man  $l$  in der Formel

(134) gleich Null setzt, so daß die Berechnung der Wandstärke nach

$$t = \frac{p \cdot d_i}{1200} + 0,2 \text{ cm} \quad (135)$$

erfolgen kann.

Rohre, die die Feuerroste unmittelbar aufnehmen sollen, bekommen meist einen weiteren Zuschlag von 0,05 bis 0,1 cm.

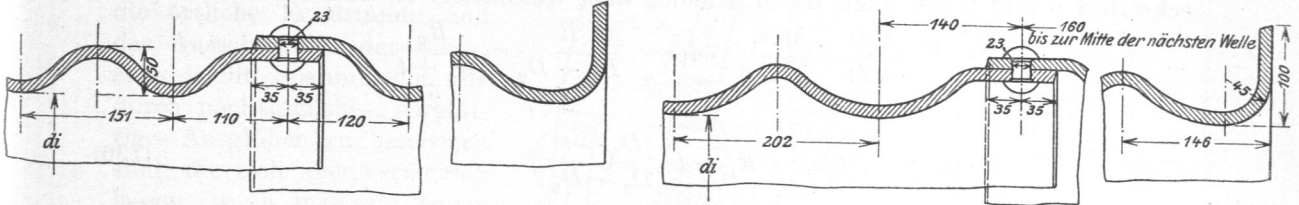


Abb. 494 und 495. Wellrohrformen.

### 7. Gestaltung einfacher Kessel, Durchbildung und Ausführung ihrer Vernietungen.

Die Kessel pflegen aus zylindrischen, seltener kegelförmigen Schüssen und ebenen oder gewölbten Böden und Wänden, häufig in Verbindung mit Flamm-, Wasser- und Rauchrohren zusammengesetzt zu werden. Flammrohre sind weite, im Innern eines walzenförmigen Kessels liegende Rohre, Abb. 527, die oft den Rost und damit die Feuerung selbst aufnehmen oder durch welche die Feuergase geleitet werden. Wasserrohre dienen zur Erhitzung des in ihnen strömenden Wassers; sie werden von außen her vom Heizmittel umspült. Umgekehrt strömen bei den Feuer- oder Rauchrohren, Abb. 513, die Gase durch die außen von Wasser umgebenen Rohre hindurch.

Beim Entwurf der einfachsten Form der Kessel, des Walzenkessels, geht man von den normalen Böden, Zusammenstellung 77, aus und bestimmt danach die Durchmesser der einzelnen, an den Quernähten ineinander gesteckten Schüsse. Wählt man deren Zahl ungerade, Abb. 527, so kommt man bei gleichem Durchmesser der beiden Böden mit zylindrischen Schüssen aus, die sich aus rechteckigen, also geradlinig begrenzten und daher leicht anzureißenden und durch Hobeln zu bearbeitenden

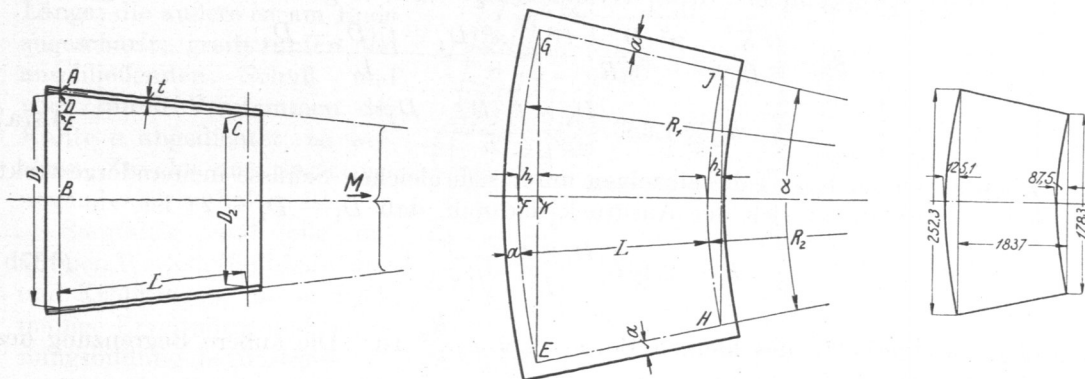


Abb. 496. Ermittlung der Maße und Einschreiben der Maßzahlen an kegeligen Schüssen.

Blechen zusammenrollen lassen. Eine gerade Schußzahl verlangt dagegen, daß mindestens einer der Schüsse kegelförmig gestaltet wird, Abb. 467. In der Abwicklung erhält dieser zwei kreisbogenförmige und zwei schräg zueinanderstehende, aber gerade Begrenzungslinien, Abb. 496, ist also umständlicher anzureißen und schwieriger auszuarbeiten. Die Darstellung verdeutlicht auch die Art der Maßangabe an solchen Schüssen. Die Abwicklungsmaße werden wie folgt gefunden. Bezeichnen

$D_1$  und  $D_2$  die lichten Durchmesser des Kesselschusses in den Quernähten,  
 $t$  die Blechstärke,